

Material Docente en abierto de la Universidad Rey Juan Carlos

Guía de Estudio de Arquitectura de Redes de Ordenadores

1º Ingeniería Telemática, 1º Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación,
1º Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación

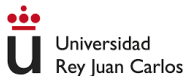
Material disponible en BURJC Digital: <https://burjcdigital.urjc.es>

Autores: Eva M. Castro Barbero, José Centeno González, Pedro de las Heras Quirós
{eva.castro, jose.centeno, pedro.delasheras}@urjc.es

©2023, Algunos derechos reservados

Licencia: "Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional" de Creative Commons disponible en
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

Curso 2023/24



- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

Profesores

- Pedro de las Heras Quirós: pedro.delasheras@urjc.es
Desp. 115, Edificio Aulario III, Fuenlabrada.
- Eva M. Castro: eva.castro@urjc.es
Desp. 112, Edificio Aulario III, Fuenlabrada.

Horario

- Lunes y Miércoles de 11h a 13h.
- Todas las clases (teoría y prácticas) en el **aula Linux L3.210**.

Prerequisitos

- **Ninguno:** Esta asignatura parte completamente de cero.
- Resulta conveniente, aunque no imprescindible, tener nociones básicas de programación, aunque en esta asignatura no hay que programar.

Propósito

- Conocer, con bastante nivel de detalle, todo lo que ocurre desde que en un navegador se escribe o pulsa una URL hasta que se muestra el contenido de la misma.
- Ser capaz de reconocer en capturas de tráfico de red las características básicas de los protocolos TCP/IP.
- Ser capaz de configurar en entorno GNU/Linux las características básicas de los protocolos TCP/IP.

Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario**
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

Temario

- Tema 1: Introducción
- Tema 2: Nivel de Enlace: **Ethernet**
- Tema 3: Nivel de Red
- Tema 4: Protocolos: **IP, ARP, ICMP**
- Tema 5: Nivel de Transporte
- Tema 6: Protocolos: **UDP, TCP**
- Tema 7: Nivel de Aplicación: **DNS**
- Tema 8: Nivel de Aplicación: **HTTP**

Contenidos

- 1 Información general
- 2 **Temario**
 - Parte de teoría
 - Parte de prácticas
 - Ejercicios prácticos
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

Objetivos de aprendizaje temas de teoría

Contenidos	Objetivos de aprendizaje
Tema 1: Introducción	Conocimiento de una arquitectura de red y sus niveles. Concepto de encapsulación/desencapsulación. La arquitectura OSI y la arquitectura TCP/IP.
Tema 2: Nivel de enlace	Conocimiento de las funciones del nivel de enlace. Funcionamiento del protocolo Ethernet y el formato de trama.
Tema 3: Nivel de red	Conocimiento de las funciones del nivel de red. Diferenciación de distintos modelos de nivel de red.
Tema 4: Protocolo IP	Funcionamiento del protocolo IP, ARP e ICMP. Formato de mensajes de cada uno de estos protocolos.
Tema 5: Nivel de transporte	Conocimiento de las funciones del nivel de transporte y el concepto de puerto.
Tema 6: UDP/TCP	Conocimiento de los protocolos de nivel de transporte UDP y TCP. Formato de datagrama UDP y segmento TCP. Modelo cliente/servidor
Tema 7: DNS	Conocimiento del protocolo DNS y el formato de mensajes de este protocolo
Tema 8: HTTP	Conocimiento del protocolo HTTP y el formato de mensajes de este protocolo. Modelo cliente/servidor HTTP

Materiales utilizados en los temas de teoría

Contenidos	Materiales
Tema 1: Introducción	Transparencias en pdf
Tema 2: Nivel de enlace	Transparencias en pdf
Tema 3: Nivel de red	Transparencias en pdf
Tema 4: Protocolo IP	Transparencias en pdf
Tema 5: Nivel de transporte	Transparencias en pdf
Tema 6: UDP/TCP	Transparencias en pdf
Tema 7: DNS	Transparencias en pdf
Tema 8: HTTP	Transparencias en pdf

Animaciones 3D con gafas de realidad virtual

Las animaciones se podrán visualizar en un entorno inmersivo con gafas de realidad virtual y también en el navegador.

Contenidos	Materiales
Temas 1-4	Animación 3D sobre el funcionamiento de encapsulación, nivel de enlace, nivel de encaminamiento, ARP, Ethernet, IP, ICMP
Tema 4	Animación 3D sobre el funcionamiento de Ethernet, IP, ICMP
Tema 5-6	Animación 3D sobre el nivel de transporte, TCP
Tema 7	Animación 3D sobre el nivel de aplicación, DNS

Contenidos

- 1 Información general
- 2 **Temario**
 - Parte de teoría
 - **Parte de prácticas**
 - Ejercicios prácticos
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

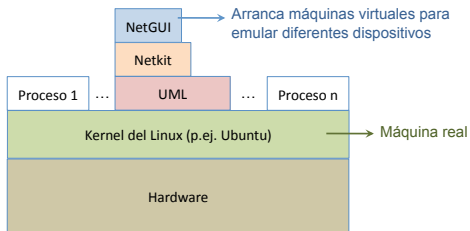
Prácticas

- La asignatura tiene un marcado carácter práctico
- 50 % de las clases serán para realización de prácticas, con los 2 profesores en el aula.
- Configuración y análisis de los protocolos a través de su ejecución en un entorno de emulación de redes: NetGUI.
- Realización y estudio de capturas de tráfico y estudio.

NetGUI

- **NetGUI** es una herramienta construida sobre el software Netkit, que a su vez se apoya en *User-mode Linux* (UML).
- Funcionalidad:
 - Creación a través de una interfaz gráfica de un escenario de red mediante selección/arrastre de routers, concentradores (hubs) y estaciones finales.
 - Almacenamiento y recuperación de escenarios de red previamente creados.
 - Interconexión de elementos de red
 - Arranque del HW emulado: cada estación final y cada router puede configurarse a través de una consola Linux.
 - Operación de la red a través de las consolas Linux.
- Es Software Libre que puede instalarse en Linux:
[Página de NetGUI](#)

NetGUI, Netkit y UML



- **NetGUI:**
 - Interfaz gráfica para Netkit.
- **Net kit:**
 - Entorno software que permite realizar experimentos con redes de ordenadores virtuales sin necesidad de disponer de dispositivos de comunicaciones ni de ordenadores reales.
 - Permite arrancar varios nodos virtuales (ordenadores, hubs, routers) que ejecutan el kernel y las aplicaciones de GNU/Linux.
 - Utiliza máquinas virtuales UML.
- **UML (*User-mode Linux*):**
 - Es un kernel de Linux que puede ser arrancado como un proceso de usuario en una máquina real que tenga instalado Linux.
 - Llamaremos **máquinas virtuales** a cada uno de los procesos UML que emula un ordenador o un router, y **máquina real** a aquélla en la que se están ejecutando los procesos UML.

Objetivos de aprendizaje de las prácticas

Prácticas	Objetivos de aprendizaje
Práctica 1: Introducción al laboratorio y Ethernet	Uso de la herramienta NetGUI para emulación de redes de ordenadores. Generación de tráfico Ethernet y captura de dicho tráfico para su análisis.
Práctica 2: Tablas de encaminamiento	Configuración de tablas de encaminamiento en un escenario de red.
Práctica 3: ARP, IP, ICMP	Diagnosis y corrección de problemas de encaminamiento. Uso del programa ping.
Práctica 4: traceroute	Uso del programa traceroute en escenarios de red complejos. Detección de problemas de configuración en una red.
Práctica 5: UDP, TCP	Generación de tráfico UDP y TCP en un escenario de red. Análisis del comportamiento del tráfico de transporte
Práctica 6: DNS	Configuración de servidores de DNS. Generación de tráfico DNS y análisis del protocolo. Detección de problemas de configuración y su corrección
Práctica 7: HTTP	Análisis de tráfico HTTP para el aprendizaje del protocolo. Identificación de cliente, servidor, proxy y los mensajes intercambiados.

Materiales utilizados en las prácticas

Prácticas	Materiales
Práctica 1: Introducción al laboratorio y Ethernet	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (cap1.cap, cap2.cap).
Práctica 2: Tablas de encaminamiento	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (cap1.cap, cap2.cap).
Práctica 3: ARP, IP, ICMP	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf.
Práctica 4: traceroute	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (cap1.cap, cap2.cap, cap3.cap, cap4.cap)
Práctica 5: UDP, TCP	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (tcp.cap, tcp-mss-pmtu.cap, tcp-syn.cap, tcp-timeout-probes.cap, tcp-window.cap, udp.cap)
Práctica 6: DNS	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf
Práctica 7: HTTP	Aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (http1.cap, http2.cap, http3.cap, http4.cap, http5.cap, http6.cap, http7.cap, http8.cap, http9.cap, http10.cap, http11.cap)

Para las prácticas de 1 a 6 que se realizan con la aplicación NetGUI se proporciona un documento de consulta: "Manual para el desarrollo de proyecto en NetGUI".

Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario**
 - Parte de teoría
 - Parte de prácticas
 - **Ejercicios prácticos**
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

Ejercicios prácticos

Ejercicios	Materiales
Ejercicio práctico ping	Escenario práctico y preguntas de test sobre ARP, IP, ICMP.
Ejercicio práctico trace-route	Escenario práctico y preguntas de test sobre traceroute.
Ejercicio práctico TCP	Escenario práctico y preguntas de test sobre una conexión TCP.
Ejercicio práctico DNS	Escenario práctico y preguntas de test sobre DNS.

Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo**
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

Planificación temporal

Duración	Contenido
Semana 1-2	Presentación y Tema 1: Introducción
Semana 2-3	Tema 2: Nivel de enlace
Semana 4	Práctica 1: Introducción al laboratorio y Ethernet
Semana 4-6	Tema 3: Nivel de red y Tema 4: El protocolo IP
Semana 5	Práctica 2: Tablas de encaminamiento
Semana 6-8	Práctica 3: ARP, IP, ICMP y Práctica 4: traceroute Ejercicio práctico ping y traceroute
Semana 7-9	Parcial 1
Semana 7-10	Tema 5: Nivel de transporte y Tema 6: UDP/TCP
Semana 9-11	Práctica 5: UDP, TCP Ejercicio práctico TCP
Semana 11-14	Tema 7: DNS y Tema 8: HTTP
Semana 11-12	Práctica 6: DNS Ejercicio práctico DNS
Semana 13-14	Práctica 7: HTTP
Semana 15-17	Parcial 2

Tiempo de trabajo del estudiante

Actividad	Horas de trabajo
Clases teóricas	24
Clases de resolución de ejercicios	6
Prácticas	24
Realización de pruebas	6
Tutorías académicas	18
Preparación de clases teóricas	14
Preparación de clases prácticas	60
Preparación de pruebas	28
Total de horas de trabajo del estudiante	180

Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación**
- 5 Recursos online y bibliografía

Normativa de Evaluación (I)

- Teoría y prácticas se evalúan conjuntamente.
- Dos partes: Temas 1–3, Temas 4–6:
 - Cada parte se evalúa con una nota de 0–10 y se libera con 4.
 - La primera parte se evalúa a mitad del cuatrimestre, permite liberarla para el examen de la convocatoria ordinaria y extraordinaria.
 - En la convocatoria ordinaria se evalúa la segunda parte a todos los estudiantes, y la primera parte a los que la tengan no liberada.
 - Una parte liberada en la convocatoria ordinaria se conserva para la extraordinaria.
- Hay que realizar una entrega de la resolución de cada práctica en la fecha prevista. Las prácticas entregadas correctamente otorgarán una calificación de entre 0 y 1 puntos.

Normativa de Evaluación (II)

Criterios de calificación

- Nota de la asignatura:
 - **Nota Media de las dos partes (0-10) + Nota de las prácticas (0-1)**
- Las notas superiores a 10 se redondean a 10.
- Condiciones para aprobar (deben cumplirse todas):
 - Entrega correcta de todas las prácticas.
 - Nota ≥ 4 en cada parte de la asignatura
 - Nota de la asignatura ≥ 5
- Ninguna nota se conserva de un curso académico para otro.

Normativa de Evaluación (III)

Influencia de las prácticas

- A primera vista puede parecer que las prácticas “sólo cuentan el 10 % de la nota”, **pero no es así.**
- Las prácticas se califican con "No apto"(y se suspende la asignatura) o con una nota de 0-1:
 - Un 0 en las prácticas es equivalente a un 5 en una nota de 0-10.
 - Un 0.5 en las prácticas es equivalente a un 7.5 en una nota de 0-10.
 - Un 1 en las prácticas es equivalente a un 10 en una nota de 0-10-
- **Las prácticas nunca bajan la nota media de las dos partes, sólo la suben.**
- Ejemplos:
 - Un estudiante con 4.0 en las dos partes y 1.0 en las prácticas, aprueba con un 5.0, y **las prácticas le han supuesto el 17 % de la nota.**
 - Un estudiante con 6.5 en las dos partes y 0.5 en las prácticas obtiene un 7.0, y **las prácticas le han supuesto un 33 % de la nota.**
 - Un estudiante con 8.5 en las dos partes y 0.5 en las prácticas obtiene un 9.0, y ni su nota de teoría ni de prácticas es un sobresaliente.

Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

Recursos online

- El sitio web de la asignatura se encuentra definido como un curso en el *Moodle* de la URJC:

<https://www.aulavirtual.urjc.es>

- Disponibles todos los materiales de teoría y prácticas de las asignatura, y exámenes resueltos de cursos anteriores.
- Foro para anuncios y resolución de dudas.
- Adicional: Consultas por email y tutorías.

Bibliografía

- “Redes de computadores”, Andrew S. Tanenbaum. Prentice Hall. 4^a edición.
- “TCP/IP Illustrated, vol. I”, Richard W. Stevens. Addison-Wesley (sólo disponible en inglés).
- “Redes de computadores: un enfoque descendente basado en Internet”. J.J. Kurose y K.W. Ross. Pearson Educación. 5^a edición.